37．壁紙から放散される室内化学物質に関する試験研究

○青木幸生（兵庫県立健康生活科学研究所）

１．はじめに

住宅内で壁紙が使用される面積は広く、室内環境に与える影響が大きい。改正建築基準法では、壁紙および壁紙用接着剤はホルムアルデヒド発散建築材料に指定されており、低ホルムアルデヒド化が進められている。

しかしながら、ホルムアルデヒド以外の放散化学物質については、SV 規格や ISM などの自主規格があるものの、公的には放散量が規格化されていない現状であり、様々な化学物質を放散しているものと予測される [1)-3)]。

特にリフォームや補修、DIY 等による居住下での壁紙工事では、施工初期における化学物質の放散量が多いため、居住者は比較的高濃度の放散化学物質に暴露されている可能性がある。室内環境学会、日本建築学会等で研究事例の蓄積が行われているものの、DIY・リフォーム用途の糊付き壁紙については事例が少ない状況にある。このため、その放散化学物質種や放散量の実態について調査した。

２．方法

JIS A1901「建築材料の揮発性有機化合物（VOC)、ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散測定法－小形チャンバー法」、JIS A6921「壁紙」、JIS A1903「建築材料の揮発性有機化合物（VOC）のフラックス発生量測定法－パッシブ法」に準じて、試験を実施した。

放散チャンバーの容量は 20L で、試験対象の壁紙を設置後、1 日、3 日、7 日経過後のカルボニル化合物および VOC の放散速度を測定した。また、簡易測定法としての適用可能性の検討のため、分析効率や安全が高い加熱脱着型サンプラを用いた、ADSEC によるパッシブ測定を並行して行った [4)]。ADSEC では、上記測定点に加えて、試験体作成直後にも測定を行った。表 1 に試験条件を、表 2 に分析条件を示す。

表1．試験条件

ADPAC		ADSEC	
温度	28℃	温度	28℃
湿度	50%RH	湿度	成り行き
試験体詳細	147mm×147mm×2set (シールボックス使用)	試験体詳細	165mm×165mm
試料負荷率	$2.2m^2/m^3$	セル容量	300ml
換気回数	0.5/h	試験面積	$0.0049m^2$
サンプリングレート	CC：167ml/min、 VOC:100ml/min	パッシブサンプラ	VOC-TD(Supelco) [CarbopackB]
サンプリング量	CC：10L、VOC:3L	サンプリング時間	2h
分析方法	DNPH-Active,TD-GCMS	分析方法	TD-GCMS

表2. 分析条件

HPLC		TD		GCMS	
機器	Hitachi, L-2000Series	機器	PE,TM650ATD	機器	Shimadzu, QP-2010plus
カラム	GLS, Inertsil ODS-3	1 次脱着温度	300℃	カラム	Supelco, Equity-1 長さ 60m、内径 0.25mm、膜厚 1.0μm
カラム温度	40℃	1 次脱着時間	5min	カラム温度	35℃(4min)-5℃/min-100℃ -10℃/min-280℃(10min)
検出波長	360nm	CT 保持温度	-20℃	イオン源温度	230℃
溶離液	アセトニトリル:水 60:40	CT 脱着温度	300℃	IF 温度	250℃
流量	1.0ml/min	CT 脱着時間	45min	測定モード	SCAN
注入量	20μl	注入率	10%	マスレンジ	33-400

表3. 試験対象とした壁紙の例

	成分表示
WP1	塩化ビニル、でん粉系のり
WP2	塩化ビニル、ポバール系接着剤
WP3	塩化ビニル樹脂、ポリエステル樹脂、アクリル樹脂(接着剤)
WP4	塩化ビニル樹脂、PVA 系接着剤

カルボニル化合物分析は、DNPH-Active 法により行い、分析対象をアセトアルデヒドおよびホルムアルデヒドとした。VOC 分析は、固相吸着-加熱脱着-GC/MS 法により行い、50 物質を定量した。また、TVOC は、ヘキサン-ヘキサデカン間の TIC ピーク面積の総和をトルエン換算して求めた。捕集管は、捕集剤として TenaxTA(Analytical Columns、60/80mesh)および Carboxen 1000 (Supelco、40/60mesh) を用い、マルチベット型とした。

試験体は、密閉包装されたロール状の壁紙の中心部から、165mm×165mm の規定の大きさを切り出し、同面積の厚さ 12.5mm の石膏ボードに貼り合わせ試験体とした。表 3 に試験対象とした壁紙の例を示す。石膏ボードへの接着方法については、製品付属の取扱説明書に従った。試験体作成後は、直ちに測定を開始した。

3. 結果および考察

3.1 カルボニル化合物

カルボニル化合物の放散速度の経時変化の例を図 1 に示す。いずれの壁紙も、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドともに低い放散速度を示し、文献 1) ～3) と同様な結果を示した。

3.2 VOC

図 2 に各壁紙の TVOC 放散速度およびフラックス発生量の例を示す。また、図 3 に定量された主な VOC の放散速度およびフラックス発生量の例を示す。TVOC 放散速度では、WP3、WP4 が大きな値を示した。一方、フラックス発生量では、WP1～WP4 で大きな差異は見られなかった。

アクティブ法 (ADPAC) において、検出された VOC は、文献 1)と同様に、デカン、ウンデカン、ドデカン等の沸点の高い物質が WP1～WP4 で共通して見られた。また、その各物質の放散速度の傾向は TVOC と同様であった。
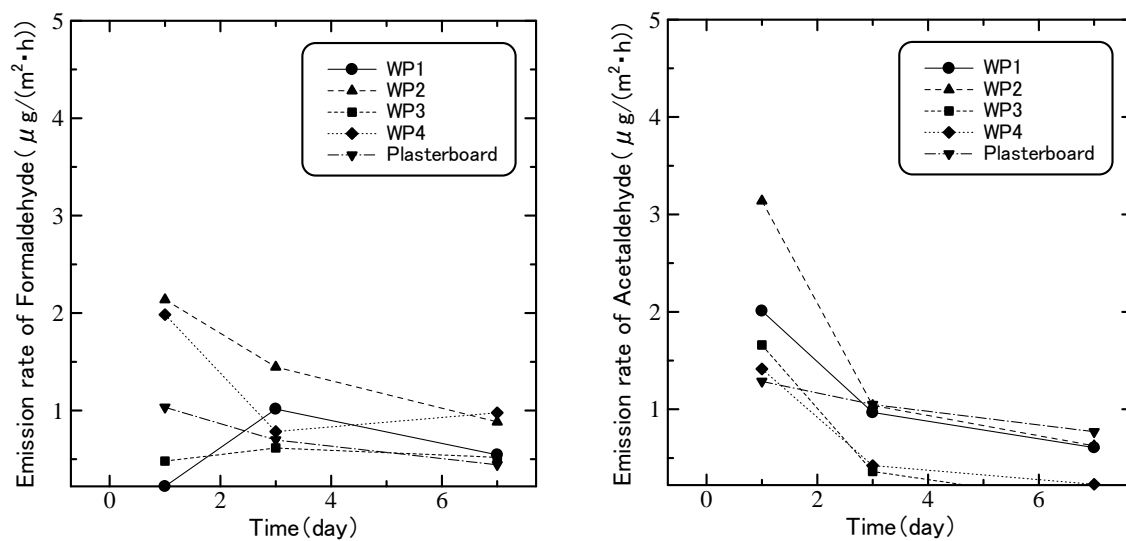
図 1. カルボニル化合物の放散速度の経時変化
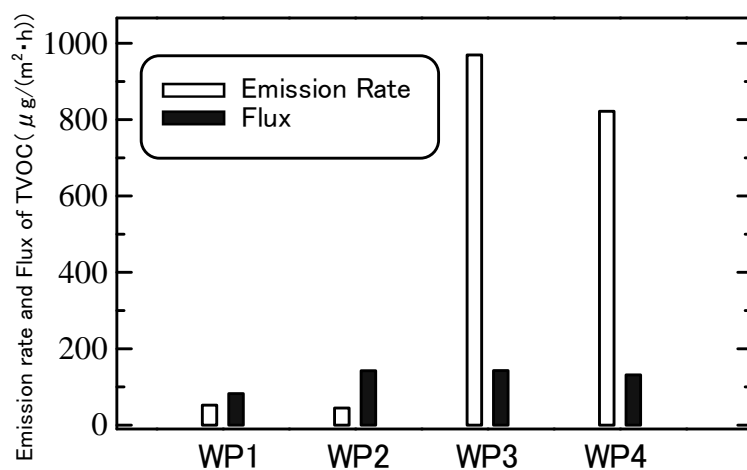
図 2. TVOC の放散速度とフラックス発生量の例（7 日目）

パッシブ法（ADSEC）においても、検出された VOC は、アクティブ法と同様に、デカン、ウンデカン、ドデカン等の沸点の高い物質が共通して見られた。また、その各物質のフラックス発生量の傾向は TVOC と同様で、特に WP2～WP4 で、大きな差異は見られなかった。

この他、放散速度、フラックス発生量が大きい物質としては、ヘキサン、酢酸エチル、ブタノール、メチルイソブチルケトン、オクタン等がみられたが、これらの物質については測定開始直後から急速に減少した。

WP3、WP4 の TVOC 放散速度の大きなサンプルにおいて、フラックス発生量が低く評価され、危険側の値となる要因としては、パッシブ法とアクティブ法におけるサンプラの捕集剤の特性差異、高沸点域の VOC に対するサンプラの捕集効率や回収率の影響などが考えら
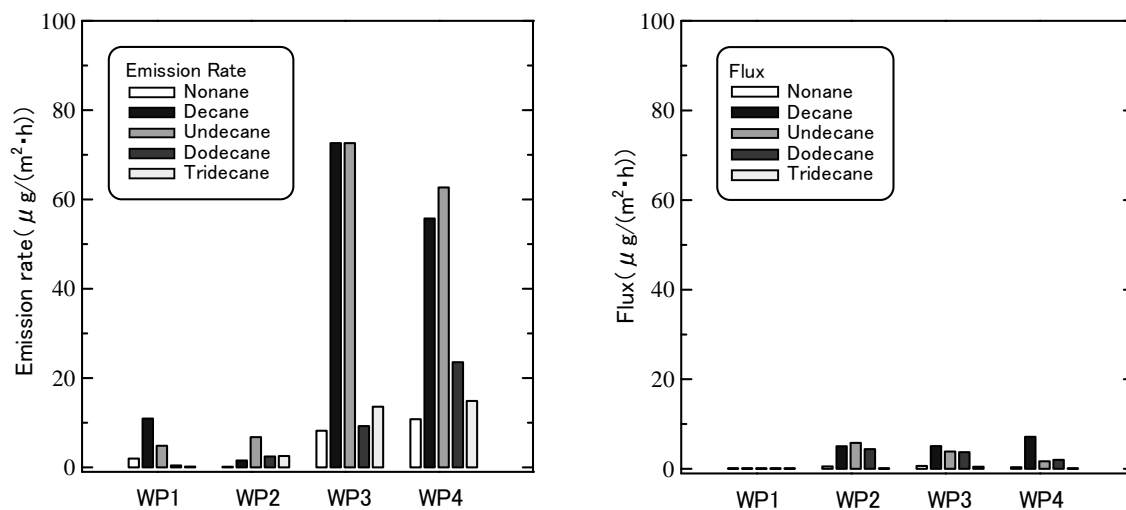
図 3. 定量した VOC の放散速度とフラックス発生量の代表例 (7 日目)
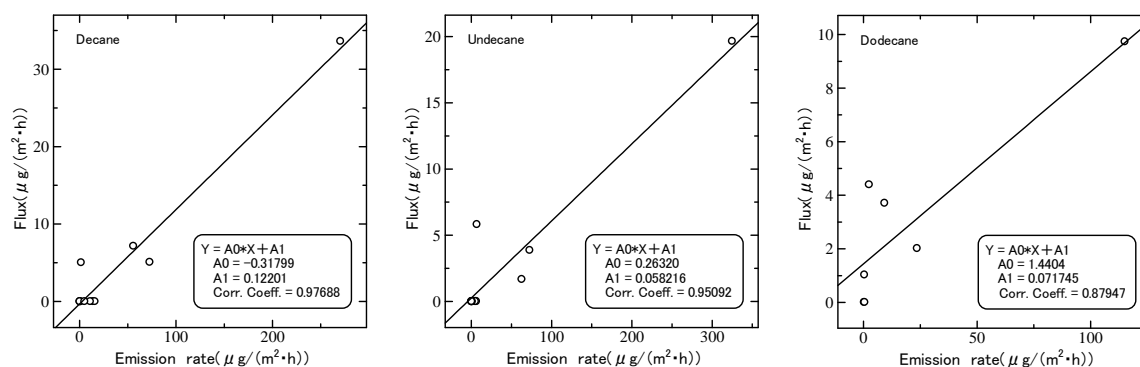
図 4. 放散速度とフラックス発生量の相関例

れる[4)-5)]。

図 4 に放散速度とフラックス発生量の相関例を示す。r(5, 0. 01)=0. 874 に対し、デカンの場合 r=0. 977、ウンデカンの場合 r=0. 951、ドデカンの場合 r=0. 879 であり、いずれも危険率 1%未満で有意な相関があると認められた。

これらのことから、加熱脱着型サンプラを用いたパッシブ測定の結果からアクティブ法による放散速度を推定できる可能性はある。ただし、上述のように、高沸点域の VOC の放散が支配的である場合は、放散速度に比べて、フラックス発生量が低く評価される可能性があり、また、放散物質によりその評価特性が異なるため、パッシブ法の適用については今後の更なる検討が必要である。

４．おわりに

本報では、糊付き加工された壁紙から放散される室内化学物質について、その実態例を示した。７日経過時点においても、TVOC で、大きな放散速度を示すものがあり、カルボニル化合物ほど製品への配慮が進んでいないことがわかった。主な放散物質としては、デカン、ウンデカン、ドデカン等の沸点の高い VOC が共通して見られた。

また、放散評価について、パッシブ法の適用可能性も検討した。放散速度の大きなサンプルについては、放散物質によって、そのフラックス発生量が、アクティブ法による放散速度より低く評価される可能性があることが示された。

謝　　辞

本研究は、㈶大同厚生事業団 地域保健福祉研究助成の支援のもと行われた。関係者各位に感謝の意を表する。また、本研究を遂行するにあたり、ご助言頂いた兵庫県環境研究センター　岡田泰史 主任研究員､並びに情報提供頂いた東北文化学園大学大学院　野崎淳夫教授、暮らしの科学研究所㈱　成田泰章氏に感謝の意を表する。

参考文献

1)舟木理香、田辺新一：「小型チャンバーを用いた壁装材からの揮発性有機化合物の放散速度測定」、日本建築学会環境系論文集、第 570 号、45-51(2003).

2)野崎淳夫：「各種家庭用品からの化学物質の放散評価に関する研究」、平成 16～18 年厚生科学研究費補助金 化学物質リスク研究事業 分担研究報告書(2007).

3)市原英樹、洞田浩文、庄司研：「各種壁紙のホルムアルデヒドと VOC の放散量の把握、日本建築仕上学会学術講演会、189-192（2000）.

4)池田武史、本橋健司、田辺新一他：「内装材からの化学物質放散に関する研究　その 6 静的手法による壁装材料からの化学物質放散量測定-2」、日本建築学会学術講演梗概集、885-886(2005).

5)酒井聡至、淺井万里成、松本仁、青木龍介、田辺新一：「パッシブ測定法を用いた室内空気質評価　その 2 VOC-ADSEC による捕集時間の検討」、日本建築学会学術講演梗概集、839-840(2002).

○経費使途明細

データ管理機器類（HDD、ルーター他）	109,247 円
データ解析用 PC	76,685 円
学会、シンポジウム参加費	15,000 円
学会参加旅費	52,560 円
書籍	46,628 円
合計	300,120 円